

PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PRODUKSI KECAP PADA LINI PERAKITAN DENGAN PENDEKATAN LEAN PRODUCTION

A PRODUCTIVITY IMPROVEMENT IN THE SOY SAUCE ASSEMBLY LINE BY USING THE LEAN PRODUCTION APPROACH

Taufik Djatna¹⁾ Ida Bagus Dharma Yoga Santosa^{2)*},

¹⁾ Staf Pengajar Program Studi Teknologi Industri Pertanian, IPB
Email: taufikdjatna@ipb.ac.id

²⁾ Mahasiswa Program Studi Teknologi Industri Pertanian, IPB
email: taufikdjatna@ipb.ac.id; dharma.yoga9@gmail.com.

ABSTRACT

Productivity improvement is an essential effort to achieve the optimal utilization of the resources, particularly in production on the assembly line of soy sauce (soy filling) in PT X. The productivity improvement is based on measuring the OEE (Overall Equipment Effectiveness). OEE is a measurement methods of the production machine effectiveness that involves measurement of the availability rate, performance rate, and quality rate. Through measurement of OEE, the potential equipment utilization, identify bottlenecks and track the lossess were monitored. Results of the OEE measurement on assembly line in PT. X indicate a lower level than optimal results so that the improvement is required to improve the competitiveness of enterprises. A quantitative model of Particle Swarm Optimization (PSO) was modified to improve the productivity and to reduce the productivity cost.

Keywords: productivity improvement, lean production, OEE, Particle Swarm Optimization

ABSTRAK

Peningkatan produktivitas merupakan usahakan sangat penting bagi perbaikan penggunaan sumber daya khususnya pada produktivitas produksi pada lini A untuk produksi perakitan kecap (*soy filling*) di PT X. Perbaikan produktivitas berdasarkan pengukuran nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). OEE adalah metode pengukuran efektivitas suatu mesin produksi yang melibatkan pengukuran terhadap tingkat ketersediaan waktu, tingkat kinerja mesin, serta tingkat mutu produk yang dihasilkan. Melalui pengukuran nilai OEE, dapat dipantau potensi dari penggunaan peralatan, mengidentifikasi hambatan dan melacak kerugian-kerugian yang terjadi. Hasil pengukuran OEE pada lini A produksi kecap bagian perakitan di PT. X menunjukkan hasil yang kurang optimal sehingga diperlukan perencanaan peningkatan produktivitas untuk meningkatkan daya saing perusahaan. Modifikasi metode PSO (*Particle Swarm Optimization*) digunakan untuk mengevaluasi dan melakukan perencanaan produktivitas dalam hal peningkatan produktivitas dan menekan tingkat kerugian biaya produksi dilakukan dengan penetapan kombinasi AR (*Availability rate*), PR (*Performance rate*), dan QR (*Quality rate*).

Kata kunci: peningkatan produktivitas, *lean production*, OEE, *Particle Swarm Optimization*

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat menimbulkan suatu kondisi dimana perusahaan saling berkompetisi satu sama lain untuk dapat mempertahankan posisinya di tengah-tengah persaingan global yang sedang terjadi. Hal ini tentunya menuntut suatu solusi yang menjamin eksistensi perusahaan agar dapat bersaing dan mempertahankan posisinya. Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan peningkatan produktivitas. Dalam rangka peningkatan mutu serta pelayanan terhadap pelanggan setiap perusahaan sebaiknya memikirkan cara untuk dapat meningkatkan produktivitasnya. Hal ini penting karena dengan meningkatkan

produktivitas akan berdampak pada peningkatan keuntungan perusahaan tanpa menaikkan harga jual dari produk yang ditawarkan.

Produktivitas merupakan suatu ukuran yang menyatakan bagaimana sumber daya diatur dan dimanfaatkan untuk mencapai hasil yang optimal (Herjanto, 1999). Dalam upaya peningkatan produktivitas, segala hal yang berkaitan dengan *inefficiency* yang terjadi dalam sistem produksi sedapat mungkin diminimalisasi atau dieliminasi. *Inefficiency* sering kali disebabkan oleh banyaknya aktivitas *non value added* yang sering disebut dengan pemborosan (*waste*). Pemborosan tersebut sangat merugikan, baik bila ditinjau dari sisi produsen maupun konsumen. Pendekatan yang

dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah ini adalah dengan pendekatan *lean production*.

Lean production merupakan suatu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah pemborosan yang terjadi di dalam suatu sistem produksi perusahaan. *Lean* merupakan model manajemen modern yang mengintegrasikan aktivitas *supply chain* dengan tujuan mengidentifikasi dan mencari akar penyebab terjadinya *waste*, kemudian meminimasi atau bahkan mengeliminasi. Pendekatan menggunakan *lean production* mampu memberikan kerangka yang berfokus pada peningkatan nilai tambah (*value added*), mereduksi pemborosan-pemborosan serta memenuhi kebutuhan konsumen (Hines and Taylor, 2000).

Pengukuran produktivitas berdasarkan pendekatan *lean production* dilakukan berdasarkan pengukuran OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). OEE merupakan metode pengukuran efektivitas keseluruhan suatu mesin produksi yang melibatkan pengukuran tingkat efektivitas waktu, tingkat kinerja mesin, serta tingkat kualitas produk yang dihasilkan (Nakajima, 1988). Melalui pengukuran OEE, dapat diidentifikasi potensi dari penggunaan peralatan, mengidentifikasi hambatan dan melacak berbagai kerugian yang terjadi. Metode ini menjadi faktor kunci pengukuran produktivitas yang telah digunakan secara luas di dunia industri dan pada riset ini diimplementasikan pada lini perakitan produksi kecap bagian perakitan (*soy filling*).

Penelitian ini dimaksudkan untuk dapat mengidentifikasi dan mengevaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas menggunakan metode OEE serta menghasilkan solusi terbaik dalam perencanaan peningkatan produktivitas produksi perusahaan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO). Melalui pekerjaan ini diharapkan perusahaan dapat memperoleh gambaran mengenai jenis pemborosan yang terjadi sekaligus dapat dihasilkan alternatif solusi terbaik untuk meningkatkan produktivitas produksi perusahaan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada pabrik kecap, yaitu PT. X yang terletak di kawasan Cengkareng, Jakarta Selatan. Penelitian ini dimulai pada bulan Juli 2011.

Permasalahan yang dihadapi perusahaan saat ini adalah terjadinya *in-efficiency* pada lini A produksi bagian perakitan yang disebabkan oleh banyaknya pemborosan yang dapat merugikan perusahaan. Permasalahan terkait produktivitas akan diidentifikasi terlebih dahulu untuk meninjau faktor-faktor yang mempengaruhinya. Metode OEE digunakan sebagai pengukuran produktivitas produksi pada lini A di PT. X. Adapun faktor-faktor yang diidentifikasi meliputi tingkat efektivitas waktu, kinerja mesin, serta kualitas produk yang dihasilkan. Selanjutnya nilai OEE dan faktor-faktor

yang mempengaruhinya akan dievaluasi dengan membandingkan dengan standar yang ada.

Hasil identifikasi dan evaluasi produktivitas dengan berbagai faktor yang mempengaruhinya berdasarkan metode OEE akan dilakukan perancangan formulasi model peningkatan produktivitas dilakukan untuk menghasilkan perencanaan produktivitas untuk ke depannya. Formulasi model dibuat dalam bentuk matematis sehingga dapat mewakili kondisi yang sedang terjadi sekaligus memudahkan dalam pemecahan permasalahan yang kompleks (Render *et al*, 2006).

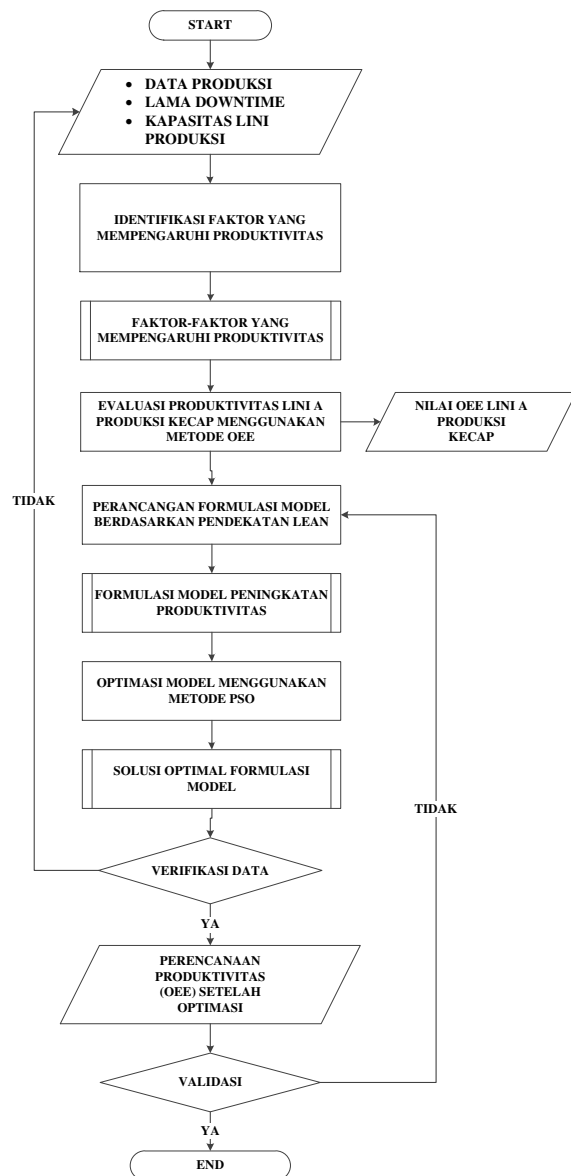
Model yang dirancang akan dilakukan optimasi menggunakan metode *particle swarm optimization* (PSO) untuk memperoleh perencanaan terbaik dalam upaya peningkatan produktivitas. PSO merupakan suatu teknik komputasi evolusioner, dimana populasinya didasarkan pada penelusuran algoritma dan diawali dengan suatu populasi yang acak (*random*). Algoritma PSO didasarkan pada perilaku sosial dari sebuah kawanan, seperti semut, rayap, lebah atau burung. Perilaku sosial ini terdiri dari tindakan individu dan pengaruh dari individu lain pada suatu dalam kelompok (Kennedy and Eberhart, 1995).

Solusi yang diperoleh diverifikasi untuk melihat apakah data yang digunakan sudah sesuai atau tidak dan tahap validasi untuk memperoleh gambaran apakah solusi yang dihasilkan sesuai dengan kondisi yang ada. Hasil penelitian yang diperoleh diharapkan dapat menghasilkan perencanaan peningkatan produktivitas produksi yang terbaik dengan meminimasi tingkat kerugian biaya dan tetap menjaga kualitas yang ada. Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Data yang dimasukkan ke dalam model kuantitatif tersebut nantinya akan diolah menggunakan *software* Scilab 4.0 yang dilengkapi dengan aplikasi *Particle Swarm Optimization Toolbox on Scilab* (PSOTS). Aplikasi ini tidak hanya dapat memecahkan permasalahan optimasi dengan satu tujuan, tetapi juga menyediakan metode penyelesaian untuk kasus lebih dari satu tujuan (Qi *et al*. 2009).

Scilab adalah suatu perangkat lunak yang dikembangkan untuk komputasi numerik dan visualisasi data (Arief 2008).. *Particle Swarm Optimization Toolbox on Scilab* (PSOTS) merupakan suatu aplikasi tambahan dalam perangkat Scilab yang digunakan untuk memecahkan permasalahan optimasi menggunakan metode *particle swarm optimization* (Qi *et al*. 2009).

Parameter yang mempengaruhi pencarian solusi pada PSO, antara lain: populasi, partikel, koefisien akselerasi, jumlah iterasi, bobot inersia, *velocity*, dimensi partikel, dan jumlah iterasi (Yuhendri 2011). Parameter-parameter tersebut ditentukan sendiri nilainya demi memperoleh suatu pencarian solusi yang optimum.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

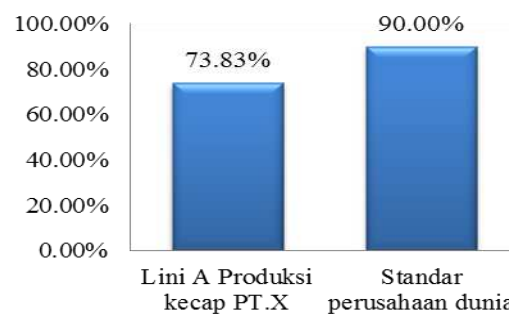
HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

Produktivitas merupakan ukuran yang digunakan dalam menyatakan pengaturan sumber daya yang baik untuk dimanfaatkan sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal terhadap efisiensi, efektivitas, dan kualitas. Salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat produktivitas adalah tingkat efektivitas waktu. Tingkat efektivitas waktu adalah suatu nilai rasio yang dapat menunjukkan tingkat pemanfaatan waktu yang telah dijadwalkan. Rasio ini merupakan hasil dari lama atau waktu mesin dalam beroperasi efektif serta waktu yang memang dialokasikan bagi mesin untuk beroperasi (Herjanto, 1999).

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap enam produk yang diproduksi pada lini A. Adapun produk yang diamati ialah produk dengan kode AAKP, AMKP, AMTP, AMTEX, MHOKI, dan AM. Produk dengan kode AAKP dan AMKP merupakan produk dengan kemasan botol PET ukuran 135 ml. Produk AMTP dan AMTEX merupakan produk kecap dengan kemasan botol PET ukuran 275 ml. Produk MHOKI dan AM merupakan produk kecap dengan kemasan botol beling dengan ukuran 620 ml.

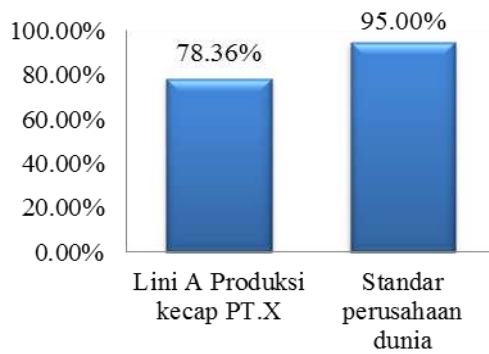
Berdasarkan data yang telah diperoleh dari PT. X dalam produksi kecap pada mesin yang beroperasi di lini A bagian perakitan diketahui bahwa tingkat ketersediaan waktu produksi dinilai kurang efektif. Pada Gambar 2 membandingkan nilai tingkat efektivitas waktu produksi kecap lini A diperoleh rata-rata efektivitas waktu produksi sebesar 73.83%. Jumlah ini kurang efektif karena bila dibandingkan dengan data standar tingkat efektivitas waktu perusahaan dunia yang mencapai 90% (Dal, 2000).



Gambar 2. Perbandingan tingkat efektivitas waktu lini A produksi kecap PT. X dan standar perusahaan dunia

Faktor lainnya yang mempengaruhi produktivitas adalah tingkat kinerja dari mesin atau peralatan produksi. Tingkat kinerja mesin merupakan nilai rasio yang menggambarkan tingkat kemampuan dari suatu mesin dan peralatan untuk menghasilkan suatu produk. Rasio ini merupakan hasil perbandingan dari perkalian antara total produksi yang dihasilkan dengan waktu siklusnya terhadap lama mesin beroperasi.

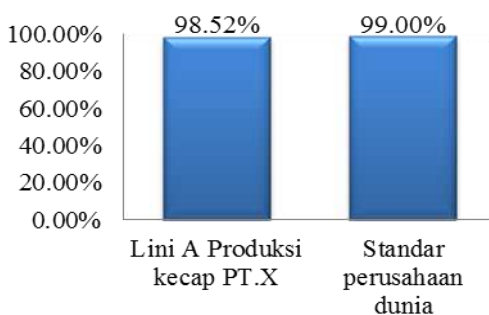
Berdasarkan data yang telah diperoleh dari PT. X dalam produksi kecap pada mesin yang beroperasi di lini A bagian perakitan diketahui bahwa tingkat kinerja mesin produksi dinilai kurang produktif. Pada Gambar 3 dapat dilihat nilai tingkat kinerja produksi kecap lini A diperoleh rata-rata sebesar 78.36%. Hasil ini dapat dinyatakan kurang optimal karena bila dibandingkan dengan data standar minimal tingkat kinerja mesin atau peralatan perusahaan dunia yang mencapai 95% (Dal, 2000).



Gambar 3. Perbandingan tingkat kinerja mesin produksi pada lini A produksi kecap PT. X dan standar perusahaan dunia

Faktor lain yang mempengaruhi produktivitas adalah tingkat kualitas dari produk yang dihasilkan. Tingkat kualitas produk merupakan tingkat rasio yang menunjukkan berapa nilai rasio produk yang memenuhi standar dari total produksi yang dihasilkan. Semakin banyak jumlah produk yang memenuhi standar kualitas perusahaan maka semakin tinggi tingkat kualitas produk tersebut.

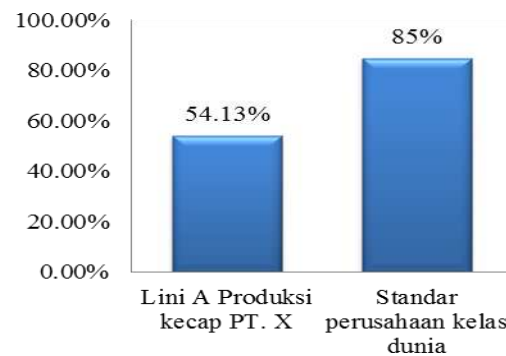
Berdasarkan data yang diperoleh dari PT. X dalam produksi kecap pada produk yang diproduksi di lini A bagian perakitan diketahui bahwa tingkat kualitas produk yang dihasilkan dinilai cukup baik. Hal ini disebabkan oleh nilai tingkat kinerja produksi kecap lini A diperoleh rata-rata tingkat kualitas produk sebesar 98.52%. Dapat dilihat pada Gambar 4, hasil yang diperoleh dapat dinyatakan cukup baik bila dibandingkan dengan data standar minimal tingkat kualitas produk pada perusahaan dunia yang mencapai 99% (Dal, 2000).



Gambar 4. Perbandingan tingkat kualitas produk pada lini A produksi kecap PT. X dan standar perusahaan dunia

Nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) merupakan kondisi ideal sebagai standar dari perusahaan kelas dunia adalah 85%, dengan komposisi ketersediaan waktu minimal 90%, kinerja mesin minimal 95%, dan tingkat kualitas produk minimal 99% (Dal, 2000). Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa standar OEE yang dimiliki perusahaan kelas dunia mencapai 85%, sedangkan nilai rata-rata OEE selama pengukuran dilakukan hanya mampu mencapai kisaran 54%. Rendahnya nilai OEE ini dapat berdampak pada

terhambatnya aliran bahan terutama pada bagian produksi. Terhambatnya proses produksi dapat menyebabkan tak terpenuhinya target produksi, akibatnya kegiatan lembur pun akan dilakukan untuk memenuhi target tersebut. Dengan kata lain hal ini sama saja dengan pemborosan yang dapat merugikan perusahaan.



Gambar 5. Perbandingan nilai OEE pada lini A produksi kecap PT. X dan standar perusahaan dunia

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Gambar 5, maka dilakukan identifikasi permasalahan umum terhadap rendahnya OEE pada lini A produksi kecap bagian perakitan di PT. X. Permasalahan ini diidentifikasi menggunakan metode wawancara dengan pihak perusahaan baik dari segi manusia, metode, mesin, material bahan baku, dan lingkungan. Hasil identifikasi ini disajikan dalam bentuk diagram sebab akibat dapat dilihat pada Gambar 6.

Pada Gambar 6, dapat dilihat bahwa penyebab rendahnya OEE disebabkan oleh faktor manusia, material bahan baku, mesin, metode, dan lingkungan. Ditinjau dari faktor mesin produksi, rendahnya nilai OEE diakibatkan oleh kinerja mesin yang kurang optimal. Hal ini disebabkan oleh tingginya jam kerja mesin karena padatnya target dan jadwal produksi serta pemeliharaan mesin yang kurang optimal karena jadwal produksi yang padat sehingga pemeliharaan atau perbaikan hanya dilakukan bila terjadi kerusakan pada mesin saja.

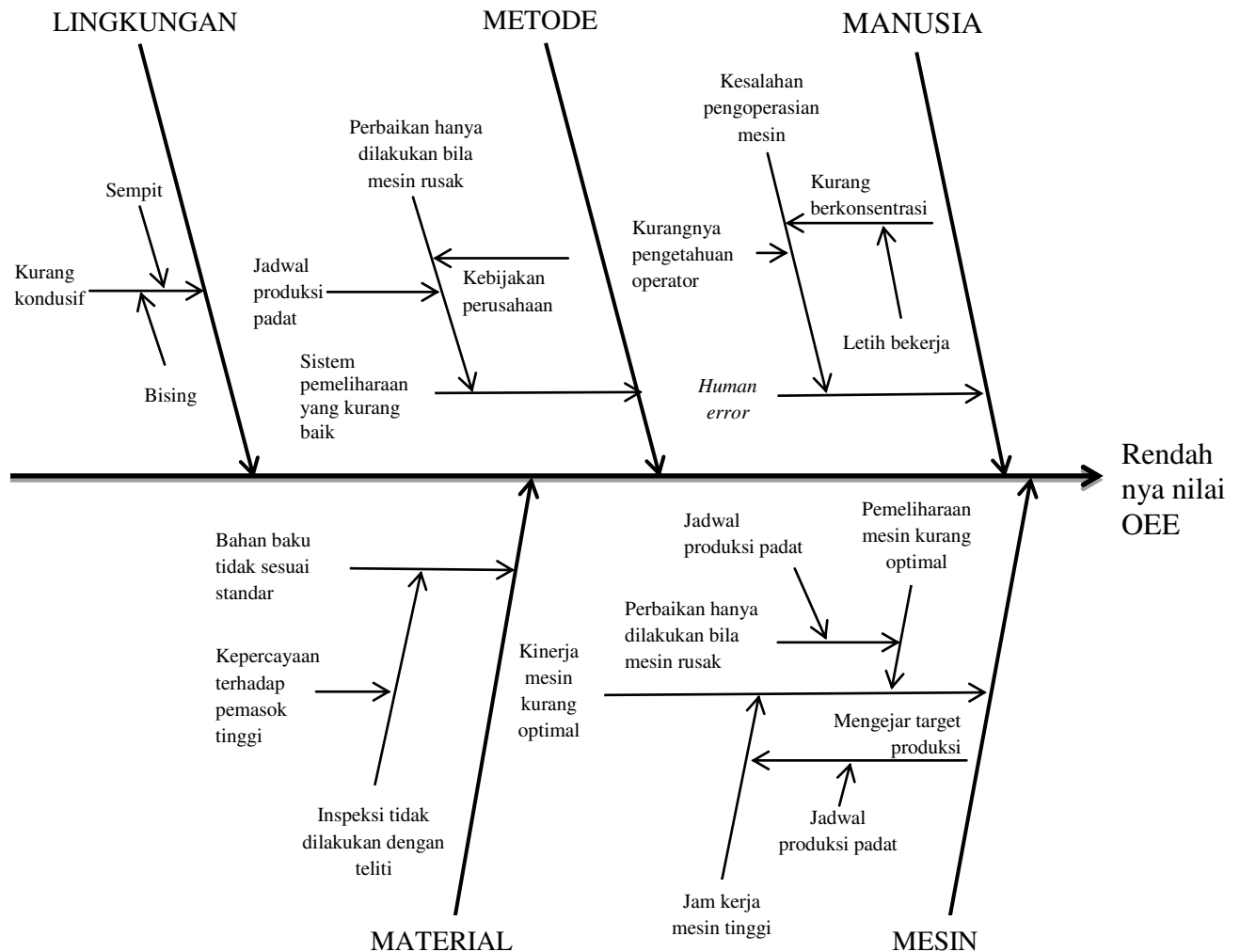
Dari faktor manusia, rendahnya nilai OEE disebabkan oleh terjadinya kesalahan operator dalam mengoperasikan mesin baik diakibatkan oleh kurangnya pengetahuan operator maupun kurangnya konsentrasi operator akibat terlalu lelah dalam bekerja. Dari segi metode, rendahnya OEE disebabkan oleh metode pemeliharaan mesin produksi yang kurang baik, yaitu perbaikan (pemeliharaan) mesin hanya dilakukan bila ada kerusakan pada mesin saja. Kondisi ini terjadi karena kebijakan dalam mengatasi padatnya jadwal produksi.

Dari segi lingkungan, rendahnya nilai OEE dapat disebabkan oleh kurang kondusifnya lingkungan kerja karena lahanya yang cukup sempit

dan suara mesin yang bising. Faktor ini nantinya dapat menyebabkan menurunnya kinerja operator akibat dari rasa kurang nyaman dalam bekerja.

Selanjutnya dari segi material bahan baku yang digunakan, rendahnya nilai OEE disebabkan

oleh penggunaan bahan baku yang kurang sesuai yang menyebabkan menurunnya kinerja mesin produksi. Hal ini disebabkan oleh tingginya kepercayaan terhadap pemasok sehingga inspeksi yang dilakukan menjadi kurang teliti.



Gambar 6. Diagram sebab akibat rendahnya nilai OEE pada lini A produksi kecap

Formulasi Model Produktivitas Berdasarkan Pendekatan *Lean Production*

Pentingnya produktivitas kerja bagi perusahaan telah mendorong berbagai penelitian di bidang analisis data produktivitas. Analisis produktivitas ini dilakukan untuk mengetahui tingkat efektivitas dari suatu sistem kerja produksi sehingga nantinya perusahaan tersebut dapat mengantisipasi setiap hal yang terjadi terkait produktivitas.

Menurut Gaspersz (2000), konsep produktivitas tidak terlepas dari siklus produktivitas. Artinya, dalam setiap usaha peningkatan produktivitas, konsep ini dipergunakan sebagai upaya peningkatan produktivitas secara terus-menerus. Terdapat empat tahap siklus produktivitas yang saling berkaitan dan berkesinambungan s 5

sama lain, yaitu pengukuran produktivitas, evaluasi produktivitas, perencanaan produktivitas, peningkatan produktivitas.

Tahapan pertama dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung di lapangan untuk memperoleh data produksi dalam hal efektivitas waktu, kinerja dan kualitas yang nantinya akan diperoleh nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Nilai OEE yang diperoleh kemudian dievaluasi berdasarkan standar nilai OEE perusahaan kelas dunia. Perencanaan dilakukan untuk memperbaiki sistem produksi agar dapat mencapai standar OEE perusahaan kelas dunia. Perencanaan ini akan dianalisis menggunakan suatu formulasi model peningkatan produktivitas yang telah dirancang sebagai berikut:

$$f_1 = x_i \cdot y_i \cdot z_i$$

$$f_2 = \frac{[(BL \cdot L_i \cdot (1 - x_i) \cdot LT_i) + (BR_i \cdot (1 - z_i) \cdot y_i \cdot (x_i \cdot LT_i \cdot SS_i)) + (BPU_i \cdot (1 - y_i) \cdot (x_i \cdot LT_i \cdot SS_i))]}{[(BL \cdot L_i \cdot LT_i) + (BB_i \cdot y_i \cdot x_i \cdot LT_i \cdot SS_i)]}$$

Dengan batasan,

$$0 \leq x_i \leq 1$$

$$0 \leq y_i \leq 1$$

$$0 \leq z_i \leq 1$$

Keterangan :

f_1 = Nilai OEE

f_2 = tingkat kerugian biaya

x_i = tingkat efektivitas waktu produk ke-i

y_i = tingkat kinerja mesin produksi produk ke-i

z_i = tingkat kualitas produk ke-i

BL = Biaya tenaga kerja per jam

L_i = Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk memproduksi produk ke-i

LT_i = Lama loading time produksi produk ke-i

BR_i = Biaya rework produk ke-i

SS_i = Standar speed untuk produksi produk ke-i

BPU_i = Biaya produksi total per unit produk ke-i

BB_i = Biaya bahan baku produk ke-i

Suatu formulasi model kuantitatif diperlukan untuk menganalisis gambaran besar dari suatu perencanaan peningkatan efektivitas proses produksi. Berdasarkan bentuk formulasi model peningkatan produktivitas yang telah dirancang, proses analisis perencanaan produktivitas dilakukan melalui dua tahapan perhitungan, yaitu perhitungan nilai OEE dan nilai dari tingkat kerugian. Model pertama (f_1) merupakan perhitungan untuk memperoleh data nilai OEE. Menurut Stamatis (2010), pengukuran nilai OEE merupakan salah satu parameter bagi perusahaan untuk mengetahui tingkat produktivitas perusahaan.

Nilai OEE ini penting untuk mengukur tingkat efektivitas keseluruhan dari kegiatan produksi. Pengukuran OEE tidak hanya sebagai suatu parameter pengukuran produksi, namun juga sebagai parameter dalam keberhasilan implementasi dari *Total Productive Maintenance* (Stamatis, 2010).

Formulasi model yang kedua mengacu pada tingkat kerugian biaya produksi (f_2). Tingkat biaya kerugian ini digunakan sebagai dasar dalam perencanaan peningkatan produktivitas. Pada dasarnya, semakin tinggi tingkat biaya kerugian dari suatu proses produksi pada perusahaan maka dapat dinyatakan semakin rendah tingkat efektivitas dan efisiensi suatu perusahaan. Formulasi model untuk mengetahui tingkat biaya kerugian ini diperoleh dari rasio antara nilai biaya kerugian dan biaya produksi. Nilai biaya kerugian diperoleh dari hasil kali biaya tenaga kerja per jam dengan jumlah tenaga kerja yang digunakan dan kerugian waktu selanjutnya ditambah biaya *rework* dikalikan jumlah produk yang di *rework* yang selanjutnya ditambah dengan hasil perkalian dari nilai biaya produksi per unit

dengan selisih antara target produksi dan total produksi. Nilai biaya produksi diperoleh dari hasil perkalian biaya tenaga kerja per jam dengan jumlah tenaga kerja yang digunakan dan lama *loading time* yang selanjutnya dijumlahkan dengan hasil perkalian antara biaya peubah dengan total produk yang dihasilkan.

Formulasi model mengenai tingkat kerugian biaya produksi dibatasi hanya ditinjau dari biaya langsung, yang meliputi biaya tenaga kerja dengan biaya bahan baku. Berdasarkan data yang diperoleh mengenai nilai OEE dan biaya produksi yang telah diperoleh akan menjadi input untuk model kuantitatif yang telah dirancang. Hasil dari olahan data aktual perusahaan menggunakan formulasi model peningkatan produktivitas yang telah dirancang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai AR, PR, QR, OEE, dan tingkat kerugian biaya lini A produksi kecap di PT. X

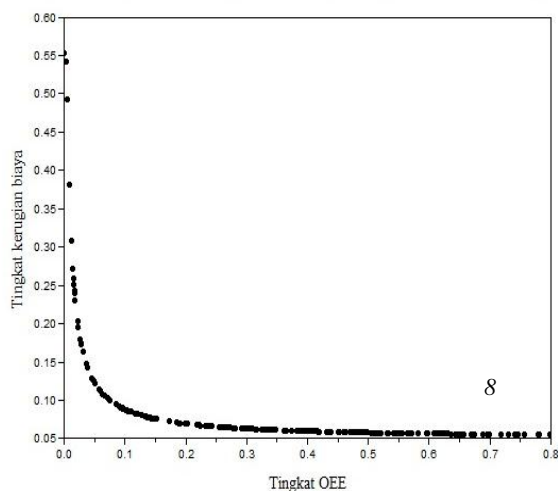
Produk	AR (%)	PR (%)	QR (%)	OEE (%)	Tingkat kerugian biaya (%)
AAKP	71.13	83.85	98.94	59.01	19.93
AMTP	87.06	42.26	97.68	35.94	137.17
AMKP	66.59	87.21	98.88	57.42	15.40
M HOKI	74.85	93.24	99.58	69.50	7.56
AMT EX	67.25	91.81	98.98	61.11	9.64
AM	65.48	106.94	99.24	69.49	-5.92

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa produk AAKP memiliki tingkat efektivitas waktu (AR)

sebesar 71.13%, tingkat kinerja mesin (PR) sebesar 83.85%, dan tingkat kualitas produk (QR) sebesar 98.94%. Dari hasil tersebut maka diperoleh nilai OEE sebesar 59.01% dengan tingkat kerugian biaya sebesar 19.93%.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa produk yang memiliki tingkat OEE tertinggi adalah produk dengan kode M HOKI dengan nilai OEE sebesar 69.50%. Produk yang memiliki nilai OEE terendah adalah produk dengan kode AMTP dengan nilai OEE sebesar 35.94%. Selanjutnya produk yang memiliki tingkat kerugian biaya yang tertinggi dimiliki oleh produk AMTP, yaitu 137.17% dan produk yang tingkat kerugian biayanya paling rendah dimiliki oleh produk M HOKI, yaitu 7.56%. Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa produk dengan kode AM tidak berlaku untuk formulasi model yang dibuat karena model yang dirancang dengan batasan tingkat efektivitas waktu, kinerja mesin, dan kualitas produk berada dalam rentang 0 sampai 100%, sedangkan dapat dilihat pada hasil pengukuran bahwa pada produk AM diperoleh nilai tingkat kinerja mesin (PR) sebesar 106.94%. Stamatis (2010) menyatakan bahwa tingkat kinerja mesin yang bernilai di atas 100% dapat membuat

Korelasi diamati antara tingkat OEE dengan tingkat biaya kerugian untuk enam produk berbeda yang diproduksi selama pengamatan berlangsung. Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan terhadap produk AAKP diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik tingkat OEE optimum terhadap tingkat kerugian biaya produksi kecap AAKP

Pada Gambar 7 dapat dilihat suatu contoh bahwa berdasarkan pengolahan data yang dilakukan diperoleh hubungan antara tingkat OEE dengan tingkat kerugian biaya pada produk AAKP menunjukkan korelasi yang bersifat negatif. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat OEE suatu kegiatan produksi maka semakin rendah tingkat kerugian biaya yang di derita oleh perusahaan tersebut. Berdasarkan hasil pengolahan

pengukuran OEE tidak akurat lagi karena penetapan kecepatan mesin produksi yang dinilai terlalu rendah dari aktualnya. Maka dari itu perlu dilakukan perbaikan terhadap pengukuran ini dengan melakukan peningkatan penetapan kecepatan mesin terhadap produksi kecap AM.

Apabila pengukuran produktivitas serta evaluasi dari sistem industri itu telah dapat diukur, langkah berikutnya adalah tingkat produktivitas aktual untuk dibandingkan dengan rencana yang telah ditetapkan dan mencari akar penyebabnya. Berdasarkan evaluasi ini, selanjutnya dapat direncanakan kembali target produktivitas yang akan dicapai beserta berbagai program produktivitas formal untuk meningkatkan produktivitas terus-menerus.

Alternatif Solusi Peningkatan Produktivitas

Berdasarkan formulasi model peningkatan produktivitas yang telah dibuat, maka akan dihasilkan suatu korelasi yang memperlihatkan hubungan antara tingkat nilai efektivitas keseluruhan (OEE) dengan tingkat biaya kerugian yang diderita oleh perusahaan.

data terhadap 6 produk yang berbeda, diperoleh hasil yang serupa.

Adapun kombinasi tingkat efektivitas waktu, kinerja mesin, dan kualitas produk untuk dapat menghasilkan tingkat kerugian biaya yang minimum. Hal ini dapat menjadi suatu pertimbangan bagi perusahaan untuk menetapkan suatu kebijakan dalam program peningkatan produktivitas. Dengan kata lain pihak perusahaan dapat memperoleh pertimbangan mengenai faktor mana yang harus ditingkatkan atau diberikan fokus yang lebih dari yang lainnya untuk menghasilkan tingkat kerugian biaya yang minimal. Adapun hasil pengolahan data mengenai kombinasi tingkat efektivitas waktu (AR), kinerja mesin (PR), dan kualitas produk (QR) yang optimal dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai AR, PR, QR optimum yang menghasilkan tingkat kerugian biaya minimum

Produk	AR (%)	PR (%)	QR (%)	OEE (%)	Tingkat kerugian biaya
AAKP	84.44	95.00	99.70	79.92	5.49
AMTP	90.00	61.43	99.63	55.08	62.88
AMKP	90.00	95.00	99.99	85.49	5.31
M HOKI	84.10	95.00	99.81	79.74	5.52
AMT EX	86.53	95.00	99.53	81.82	5.56
AM	73.51	100.00	99.30	73.00	4.84

Pada Tabel 2, dapat dilihat kombinasi tingkat efektivitas waktu, kinerja mesin, dan kualitas produk melalui peningkatan nilai OEE dari nilai aktualnya

(Tabel 1). Perbandingan antara kondisi aktual dengan rencana peningkatan produktivitas secara terperinci dapat dilihat pada Tabel 3.

Hasil kombinasi nilai AR, PR, QR di Tabel 3, pada produk AAKP ditujukan untuk memperoleh tingkat kerugian biaya sebesar 5.49% dengan ketetapan nilai OEE sebesar 79.92%. Sedangkan pada kondisi aktual atau kondisi di lapangan, kombinasi AR, PR, QR dengan nilai OEE sebesar 59.01% menghasilkan tingkat kerugian biaya sebesar 19.93%. Pada perencanaan ini dihasilkan penggunaan waktu efektif mencapai 3,800 menit dari 4,500 menit waktu yang tersedia atau meningkat sebesar 599 menit dari kondisi aktual. Hal ini akan berimplikasi pada rencana peningkatan total produksi hingga mencapai 886,620 botol, dan rencana peningkatan *finish goods* mencapai 883,960 botol.

Peningkatan nilai OEE terbesar yang diperoleh pada produk AMKP yaitu sebesar 28.07% sehingga dapat mengurangi nilai kerugian biaya dari 15.40% menjadi 5.31%. Dari hasil pengamatan aktual serta perencanaan, peningkatan nilai OEE yang besar pada suatu produk tidak selalu menyebabkan penurunan tingkat kerugian biaya yang besar pula. Berdasarkan hasil pengamatan, maka diperoleh peningkatan tingkat efektivitas waktu, kinerja mesin, kualitas produk, dan nilai OEE, serta penurunan tingkat kerugian biaya yang diderita. Peningkatan dan penurunan ini dapat dilihat dari hasil selisih rencana perbaikan yang dihasilkan dengan hasil aktual yang diperoleh pada Tabel 3.

Implikasi dari perhitungan model perencanaan peningkatan produktivitas yang diperoleh ialah sebagai berikut:

1. Peningkatan efektivitas waktu sebesar 13.31% terhadap produksi kecap AAKP, 2.94%

terhadap produksi kecap AMTP, 23.41% terhadap produksi kecap AMKP, 9.25% terhadap produk MHOKI, 19.28% terhadap produk AMTEX, dan peningkatan sebesar 8.03% terhadap produk AM.

2. Peningkatan kinerja mesin sebesar 11.15% terhadap produksi kecap AAKP, 19.17% terhadap produksi kecap AMTP, 7.79% terhadap produksi kecap AMKP, 1.76% terhadap produk MHOKI, dan peningkatan sebesar 3.19% terhadap produk AMTEX.
3. Peningkatan kualitas produk sebesar 0.9%. Hal ini diperoleh dengan peningkatan kualitas produk sebesar 0.76% terhadap produksi kecap AAKP, 1.95% terhadap produksi kecap AMTP, 1.11% terhadap produksi kecap AMKP, dan peningkatan sebesar 0.35% terhadap produk AMTEX.
4. Peningkatan OEE sebesar 20.91 % terhadap produk AAKP, 19.14% terhadap produk AMTP, 28.08% terhadap produk AMKP, 10.24% terhadap produk MHOKI, 20.71% terhadap produk AMTEX, dan peningkatan OEE sebesar 3.51% terhadap produk kecap AM.
5. Penurunan tingkat kerugian biaya sebesar 14.44 % terhadap produk AAKP, 74.29% terhadap produk AMTP, 10.08% terhadap produk AMKP, 2.04% terhadap produk MHOKI, dan penurunan tingkat kerugian biaya sebesar 4.07% terhadap produk AMTEX.

Tabel 3. Perbandingan kondisi aktual dengan rencana peningkatan produktivitas lini A di PT. X

KONDISI AKTUAL										
Produk	<i>Finish goods</i> (pcs)	<i>Standar speed</i> (pcs/jam)	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Runtime</i> (menit)	Total produksi (pcs)	AR (%)	PR (%)	QR (%)	OEE (%)	Tingkat kerugian biaya (%)
AAKP	619,632	14,000	4,500	3,201	626,271	71.13	83.85	98.94	59.01	19.93
AMTP	272,808	12,000	3,795	3,304	279,283	87.06	42.26	97.68	35.94	137.17
AMKP	524,496	14,500	3,780	2,517	530,460	66.59	87.21	98.88	57.42	15.40
MHOKI	297,132	10,000	2,565	1,920	298,382	74.85	93.24	99.58	69.50	7.56
AMT EX	97,776	8,000	1,200	807	98,786	67.25	91.81	98.98	61.11	9.64
AM	82,692	8,500	840	550	83,326	65.48	106.94	99.24	69.49	-5.92

RENCANA PERBAIKAN										
Produk	Finish goods (pcs)	Standar speed (pcs/jam)	Loading time (menit)	Runtime (menit)	Total produksi (pcs)	AR (%)	PR (%)	QR (%)	OEE (%)	Tingkat kerugian biaya (%)
AAKP	883,960	14,000	4,500	3,800	886,620	84.44	95.00	99.70	79.92	5.49
AMTP	680,573	12,000	3,795	3,416	683,100	90.00	90.00	99.63	55.08	62.88
AMKP	822,068	14,500	3,780	3,402	822,150	90.00	95.00	99.99	85.49	5.31
M HOKI	358,844	10,000	2,565	2,157	359,528	84.10	95.00	99.81	79.74	5.52
AMT EX	137,797	8,000	1,200	1,038	138,448	86.53	95.00	99.53	81.82	5.56
AM	86,865	8,500	840	617	87,477	73.51	100.00	99.30	73.00	4.84

Dalam usaha peningkatan nilai AR, PR dan QR untuk mencapai standar nilai QEE kelas dunia dengan tingkat kerugian biaya seminimal mungkin, direkomendasikan beberapa solusi berdasarkan konsep *lean production*. Solusi yang dapat direkomendasikan dalam peningkatan produktivitas adalah dengan melakukan *preventive maintenance* terhadap mesin produksi secara terjadwal, mengaplikasikan konsep SPC (*Statistical Process Control*) dalam rangka peningkatan kualitas, menyelenggarakan pelatihan operator, dan melakukan optimasi pada penjadwalan produksi untuk meminimasi *downtime* selama kegiatan produksi berlangsung.

Preventive maintenance merupakan kegiatan pemeliharaan mesin produksi yang dilakukan pada selang waktu yang telah dilakukan dimana hal ini dimaksudkan untuk menjamin tingkat kinerja mesin produksi serta memperpanjang umur pakai mesin produksi. Secara umum, tujuan dari *preventive maintenance* adalah meminimumkan *downtime* serta meningkatkan efektivitas mesin dan peralatan dan menjaga agar mesin dapat berjalan tanpa gangguan (Corder dan Hadi, 1992). Melalui implementasi kegiatan ini diharapkan tingkat kinerja mesin dapat ditingkatkan sekaligus meminimumkan *downtime* yang terjadi.

Statistical Process Control merupakan suatu alat untuk menganalisis kestabilan dan kemampuan pada suatu proses atau kegiatan produksi dalam menghasilkan produk bermutu (Sukromo, 2010). Pengendalian mutu tersebut berupa batas kontrol atas dan bawah sebagai garis toleransi yang ditetapkan. Penyimpangan itulah yang dianalisis dan dipelajari secara mendalam guna mendapatkan fakta sebelum menentukan akar masalah penyimpangannya.

Terdapatnya lebih dari satu produk yang diproduksi dalam satu *shift* akan berdampak pada rendahnya tingkat efektivitas waktu dan kinerja mesin produksi. Optimasi penjadwalan produksi dapat dilakukan sebagai upaya untuk meminimalisasi hal tersebut. Penjadwalan produksi merupakan pengaturan waktu dari suatu kegiatan

operasi yang mencakup kegiatan pengalokasian sumber daya, peralatan atau tenaga kerja, dan menentukan urutan pelaksanaan kegiatan operasi. Penjadwalan juga dapat diartikan sebagai proses pengalokasian sumber daya guna melaksanakan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu. Tujuan dari penjadwalan produksi adalah untuk meminimalkan waktu proses, waktu tunggu, dan tingkat persediaan, serta penggunaan yang efisien dari fasilitas, tenaga kerja, dan peralatan produksi (Herjanto, 2007).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Produktivitas lini A perakitan kecap dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu tingkat efektivitas waktu, tingkat kinerja mesin, dan tingkat kualitas produk.
2. Formulasi model peningkatan produktivitas yang telah dirancang dengan menggunakan peubah tingkat efektivitas waktu, tingkat kinerja mesin produksi, tingkat kualitas produk, biaya tenaga kerja per jam, jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan, lama *loading time* produksi, biaya *rework* produk, standar kecepatan produksi, biaya produksi total per botol, dan biaya bahan baku produk dapat dijadikan salah satu upaya untuk perencanaan peningkatan produktivitas.
3. Penggunaan metode PSO mampu menghasilkan kombinasi AR, PR, QR bagi peningkatan produktivitas sekaligus menekan tingkat kerugian biaya produksi.

Saran

1. Perlu dilakukan kegiatan *preventive maintenance* kepada mesin produksi secara terjadwal.
2. Perlu implementasi konsep SPC (*Statistical Process Control*) dalam rangka peningkatan kualitas proses maupun produk yang dihasilkan.

3. Perlu penjadwalan produksi yang optimum untuk menurunkan *downtime* selama kegiatan produksi berlangsung.
4. Perlu dilakukan analisis biaya implementasi perbaikan yang dilakukan untuk meninjau sejauh mana solusi tersebut memberikan keuntungan bagi perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief S. 2008. Sekilas Tentang Scilab. <http://www.ilmukomputer.org/wp-content/uploads/2008/04/sarief-sekilas-tentang-scilab.pdf>. [8 April 2012].
- Corder A dan Hadi K. 1992. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.
- Dal B. 2000. Overall Equipment Effectiveness as a Measure of Operational Improvement. *Journal of Operation and Production Management* 20: 1491.
- Gaspersz V. 2000. *Manajemen Produktivitas Total*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Herjanto E. 1999. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Grasindo.
- Herjanto E. 2007. *Manajemen Operasi*. Jakarta: Grasindo.
- Hines P and Taylor D. 2000. *Going Lean: A Guide to Implementation*. Lean Enterprise Research Center: Cardiff University.
- Kennedy J and Eberhart R C. 1995. Particle Swarm Optimization. *IEEE International Conference on Neural Networks*. IEEE Service Center, Piscataway.
- Nakajima S. 1988. *Introduction to Total Productive Maintenance*. Portland: Productivity Press Inc.
- Qi R, Hu B, Cournede P H. 2009. PSOTS: A Particle Swarm Optimization Toolbox in Scilab. *IEEE International Workshop*. Guiyang: 107 - 114.
- Render B, Stair R M, Hanna M E. 2006. *Quantitative Analysis for Management*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Stamatis D H. 2010. *The OEE Primer*. New York: Productivity Press.
- Sukromo W. 2010. *Turning Loss into Profit*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Yuhendri M. 2011. Particle Swarm Optimization (PSO). <http://muldee.files.wordpress.com/2011/10/pso.pdf>. [8 April 2011]